

STS とスクロースの組み合わせ前処理が デルフィニウム切り花の品質と花持ちに及ぼす影響

黒島 学^{1*}・市村一雄²・生方雅男¹

¹北海道立 花・野菜技術センター 073-0026 北海道滝川市

²農研機構花き研究所 305-8519 つくば市藤本

Effects of Pulse Treatments with Sucrose in Combination with STS on the Quality and Vase Life of Cut *Delphinium* Flowers

Manabu Kuroshima^{1*}, Kazuo Ichimura² and Masao Ubukata¹

¹Hokkaido Ornamental Plants and Vegetables Research Center, Takikawa, Hokkaido 073-0026

²National Institute of Floricultural Science, Tsukuba 305-8519

Abstract

Effects of pulse treatment with sucrose in combination with silver thiosulfate complex (STS) on the quality and vase life of cut *Delphinium* flowers were investigated. Cut flowers of *Delphinium* Belladonna 'Ballkleid' and 'Sky waltz' were treated with 0, 2, 4, 6 and 8% sucrose in combination with 0.2 mM STS. Treatment with sucrose in combination with STS significantly improved pigmentation of flower color, increased floret size and extended vase life compared to that with STS alone except for the vase life of 'Sky waltz'. These positive effects by STS and 4% sucrose were remarkable when cut flowers were held at 10°C for 48 h to simulate long-distance transport. The combined treatment increased the fresh weight of cut flowers and prevented bending of upper flower stalks, and thus improved their plant forms.

Key Words : belladonna type, transport simulation

キーワード : ベラドンナ系, 輸送シミュレーション

緒 言

デルフィニウムでは、小花の雌ざいおよび花托に高いエチレン生成能があり、これらの器官で生成されたエチレンが落花の主因と考えられている(後藤ら, 1998)。また、外生エチレンによって花卉やがくの脱離が促進されることも知られている(田中ら, 1985)。これに対して、エチレン作用阻害剤であるチオ硫酸銀錯塩(STS)の収穫後の短期間処理ががく片の脱離抑制に著しい効果があることが確認され(宇田ら, 1994)、STS処理技術の普及により、デルフィニウムの切り花としての流通が可能となり、営利的な生産が始まった。

北海道は、冷涼な気候条件から夏秋期のデルフィニウムの主要産地であるが、一方では収穫した切り花が道外市場に到着するまでに48時間以上を必要とする遠隔地でもある。このような遠隔地からの出荷において、確実な前

処理によって切り花の花持ちを最大限延長させることは、非常に重要である。しかしながら、不十分な前処理による出荷後のがく片の脱離、出荷後に開花する小花において品種本来の花色が発現しないなどの問題がしばしば発生している。

スクロースをはじめとする糖類に花持ち延長、花色発現促進などの効果があることは、多数の品目で確認されている(Ichimura, 1998)。特にシュッコンカスミソウ(Farnhamら, 1978)、ハイブリットスターチス(Doi・Reid, 1995)、キンギョソウ(Ichimura・Hisamatsu, 1999)、ブルースター(平谷ら, 2002)をはじめとした多数の小花から構成される切り花では、この効果が高いことが明らかにされている。

デルフィニウムも多数の小花で構成され、採花時に未開花の小花を有する切り花であることから、糖処理による花持ち延長、未開花小花の花色発現促進効果が期待される。そこで、本研究では、デルフィニウム切り花の花持ちの延長および収穫後の切り花品質の向上を目的として、前処理におけるスクロース処理の影響について調査した。

材料および方法

試験には、北海道滝川市の北海道立 花・野菜技術セン

2007年8月22日 受付。2007年11月22日 受理。

本研究は先端技術を活用した農林水産研究高度化事業委託費(課題番号1667)により行った。

* Corresponding author. E-mail: kuromana@agri.pref.hokkaido.jp

ターのポリオレフィン系フィルム被覆ハウスで栽培したペラドンナ系デルフィニウム‘ボルクレード’および‘空のワルツ’の花穂全体の70%程度の小花が開花した切り花を供試した。試験はすべて2006年8月から9月にかけて行った。

‘ボルクレード’は、収穫後速やかに下位葉を除去し70 cmに切り戻して、1処理区あたり10本を供試した。処理には、市販STS剤（クリザールK-20C、ポコン&クリザール・ジャパン、大阪）を蒸留水で0.2 mMに調整した処理液、この処理液に2, 4, 6, 8%スクロースを組み合わせた処理液を用いた。24時間処理後、蒸留水350 mLを入れたメスシリンダー（容量500 mL）に1本ずつ移した。薬剤の処理中および水生け後の環境条件は、温度23°C、相対湿度70%に制御した恒温室内で、蛍光灯を用いて1000 lx（机上）、6:00から18:00までの12時間日長とした。花持ちは、花穂全体の小花の50%以上が萎凋または褐変するまでの期間とした。花色は、処理後に開花した花穂上位5花の距につながるがく片の中央部を色差計（NR-3000、日本電色工業株式会社）でCIE（1967）Lab表色系におけるL*, a*, b*値を測定し、彩度（ $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ）と色相角度（ $h = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ ）を算出した。花径はノギスを用いて処理後に開花した花穂上位5花を測定した。

‘空のワルツ’においても‘ボルクレード’と同様に収穫後速やかに調製し、1処理区あたり10本供試した。処理液は前述のSTS処理液とこれに4%スクロースおよび4%スクロースと0.5 mL・L⁻¹イソチアゾリン系抗菌剤（レジェンドMK、有効成分として11.3 g・L⁻¹5-クロロ-2-メチル-4-イソチアゾリン-3-オンおよび3.9 g・L⁻¹2-メチル-4-イソチアゾリン-3-オンを含む、ローム&ハースジャパン、東京）を組み合わせた処理液を用いた。水生け方法、薬剤の処理中および水生け後の環境および花持ち、小花の色度、花径の調査方法は、前述の方法と同じである。

さらに、輸送後におけるスクロース処理の効果を検討するために、処理後の切り花に輸送シミュレーションを行った。前述のSTS処理液とこれに4%スクロースと0.5 mL・L⁻¹イソチアゾリン系抗菌剤を組み合わせた水溶液で24時間処理した切り花を、各区12本ずつ束ね、花穂部分はポリエチレン製のフラワースリーブでラッピングし、切り口は湿らせたペーパータオル、ビニル袋の順で覆い、段ボール箱（幅30 cm、長さ70 cm、高さ15 cm）に詰め、室温10°Cに制御した保冷庫に48時間横置きした。保持後3 cm程度切り戻し、蒸留水を350 mL入れたメスシリンダー（容量500 mL）に1本ずつ移した。薬剤の処理中および水生け後の環境および花持ち、小花の色度、花径の調査方法は、前述の方法と同じである。

結 果

1. ‘ボルクレード’におけるスクロース処理濃度の影響

‘ボルクレード’切り花に対して、0.2 mM STS および0.2 mM STS に2, 4, 6, 8%スクロースの組み合わせた溶

液で処理したところ、スクロースを組み合わせたことによってSTS単独処理よりも有意に花持ちが延長した（第1表）。一方、組み合わせたスクロースの濃度間に統計的有意差はみられなかった。処理後に開花した小花の花径および花色の色度への影響は、STS単独処理と比較して、4%以上のスクロースを組み合わせることで花径を大きくするとともに、明度（L*値）を減少させ、彩度（C*値）および色相角度（h値）を増加させ、青みを濃く鮮やかに発現させた（第1表）。

2. ‘空のワルツ’におけるスクロース処理の影響

‘ボルクレード’より花色の濃い‘空のワルツ’に対して、0.2 mM STS および0.2 mM STS に4%スクロースと4%スクロースと抗菌剤を加えた水溶液で処理した結果、花持ちに統計的有意性は認められなかった（第2表）。処理後に開花した小花の花径および花色の色度への影響は、スクロース処理によって花径を大きくし、明度、色相角度を減少、彩度を増加させ、いずれもSTS単独処理との間に有意差が認められた（第2表）。また、抗菌剤の有無による影響はみられなかった。

第1表 STSとスクロースの組み合わせ処理がデルフィニウム‘ボルクレード’切り花の花持ち、花径および花色に及ぼす影響^z

スクロース濃度 ^y (%)	花持ち (日)	花径 ^x (cm)	花色 ^x		
			明度 (L*)	彩度 (C*)	色相角度 (h)
0	9.5 a ^w	4.4 a	81.1 a	10.0 a	197.7 a
2	10.8 b	4.6 ab	79.9 ab	15.9 b	282.7 b
4	11.3 b	4.8 bc	76.2 c	16.8 b	285.5 b
6	10.9 b	4.9 c	77.5 bc	18.0 b	282.8 b
8	10.9 b	5.1 c	77.1 c	18.3 b	282.6 b

^z切り花は、2006年8月17日収穫

^y処理液はすべてSTS（0.2 mM）を含み、処理時間は24時間

^x花径および花色は、花穂上位5花を処理7日後に調査

^w異なるアルファベット間にはTukeyの多重検定により5%レベルで有意差があることを示す

第2表 STSとスクロースの組み合わせ処理がデルフィニウム‘空のワルツ’切り花の花持ち、花径および花色に及ぼす影響^z

処理 ^y	花持ち (日)	花径 ^x (cm)	花色 ^x		
			明度 (L*)	彩度 (C*)	色相角度 (h)
対照	8.9 a ^w	3.8 a	55.2 a	81.1 a	327.1 a
4%スクロース	9.7 a	4.3 b	49.2 b	93.9 b	324.5 b
4%スクロース + 抗菌剤	9.2 a	4.4 b	49.2 b	92.4 b	324.7 b

^z切り花は、2006年9月7日収穫

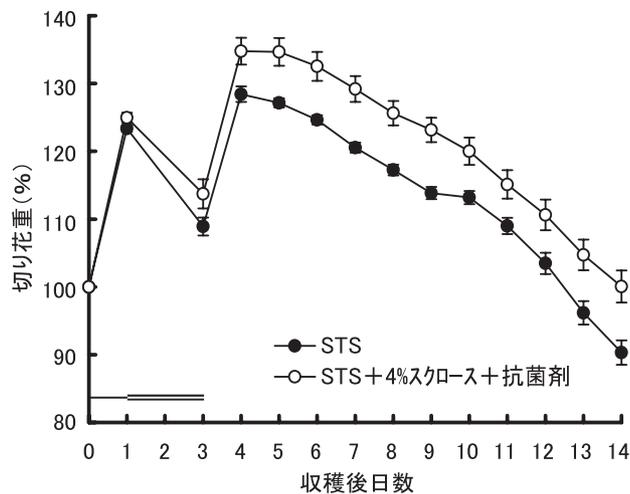
^y処理液はすべてSTS（0.2 mM）を含み、処理時間は24時間

^x花径および花色は、花穂上位5花を処理7日後に調査

^w異なるアルファベット間にはTukeyの多重検定により5%レベルで有意差があることを示す

3. 輸送シミュレーションによるスクロース処理の影響

北海道の産地から東京の市場への出荷を想定し、前処理後、室温 10°C で 48 時間の輸送シミュレーションを‘ボルクレード’を用いて行った。その結果、スクロース処理区の生体重は輸送シミュレーション後の減少割合が STS 単独処理より小さく、水生けによる増加割合は大きく推移した (第 1 図)。また、スクロース処理は花持ちと開花した小花の花色発現を向上させるとともに、花径を増大させることを確認できた (第 3 表)。さらに、水生け 3~6 日後に花穂上部が曲がる切り花 (第 2 図) が、STS 単独処理区では 41% 発生したのに対し、スクロースを組み合わせた処理区ではみられなかった。



第 1 図 STS とスクロースの組み合わせ処理および輸送シミュレーション後のデルフィニウム ‘ボルクレード’ 切り花の新鮮重の推移

図中の—は前処理、=は輸送シミュレーション期間を示す

切り花重：スクロース処理前の切り花重を 100 とした値、なお水切り時の茎の損失部分はその後の増減が他の部分と同率であるとして補正した

図中の縦線は標準誤差を示す (n = 12)

第 3 表 STS とスクロースの組み合わせ処理が輸送シミュレーション後のデルフィニウム ‘ボルクレード’ 切り花の花持ち、花径および花色に及ぼす影響²

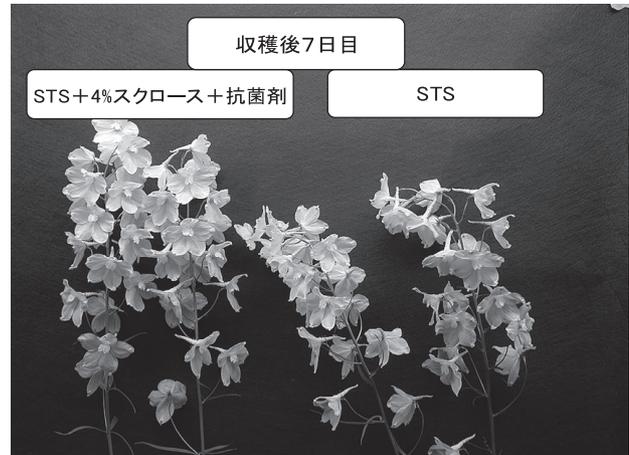
処理 ¹	花持ち (日)	花径 ^x (cm)	花色 ^x		
			明度 (L*)	彩度 (C*)	色相角度 (h)
対照	8.9	4.4	80.8	12.9	265.1
4%スクロース + 抗菌剤	10.1	4.9	79.8	17.0	285.1
有意性 ^w	*	*	n.s.	*	n.s.

²切り花は、2006年9月15日収穫

¹処理液はすべて STS (0.2 mM) を含み、処理時間は 24 時間

^x花径および花色は、花穂上位 5 花を水生け 7 日後に調査

^w有意性*は t 検定により 5% レベルで有意差があることを示し、n.s. は有意差がないことを示す



第 2 図 STS とスクロースの組み合わせ処理および輸送シミュレーション後 (収穫後 7 日目) のデルフィニウム ‘ボルクレード’ 切り花の状態
左：STS + 4%スクロース + 抗菌剤，右：STS

考 察

デルフィニウムの切り花においては、STS で前処理しない場合には数日で花持ちが終了するため、STS 処理が不可欠となっている。そのため、本研究では対照区を STS 単独処理区とした。

Kikuchi ら (2003) は STS 処理したデルフィニウムのがく片は老化にともない萎れることを報告しており、本試験においても STS 単独処理ではがく片の萎れにより観賞価値を失った。これに対して、スクロースを組み合わせた処理はがく片の萎れを抑制し、STS 単独処理よりも花持ちを延長した。このような効果はスイートピーでも報告されている (Ichimura・Hiraya, 1999)。デルフィニウムの切り花では、外生エチレン処理によりがく片は離脱するが、その萎れは促進しない (Ichimura ら, 2000) ことから、萎れにエチレンは関与しないと考えられる。一方、スクロースをはじめとした糖質の処理は花卉の萎れを抑制することが知られている (Ichimura, 1998)。また、デルフィニウムのがく片において、糖質は浸透圧調節物質として機能していることが報告されている (乗越ら, 2007)。従って、スクロース処理による花持ち延長効果は、このような浸透圧調節物質としての作用によると考えられる。

スクロース処理による花持ち延長効果について、品種比較を行った切り花の試験報告は少なく品種間差は報告されていないが、本試験の結果からは、ベラドンナ系デルフィニウムにおける花持ち延長効果に品種間差があることが推察された。さらに、効果が認められた品種においても最大 1.8 日間程度の延長であり、3 日間以上の延長効果がみられたトルコギキョウ (Shimizu・Ichimura, 2005) と比較すると、ベラドンナ系デルフィニウムにおけるスクロース処理による花持ち延長効果はそれほど大きなものではないと考えられた。

Hashimoto ら (2000) は、デルフィニウム栽培品種の花色とアントシアニン含量の関係について、アントシアニン含量の増加により彩度が増加し、明度が減少する傾向を報告した。また、スクロース処理による花色発現の向上は、アントシアニン含量の増加によるものとして、スイートピー (Ichimura・Hiraya, 1999), トルコギキョウ (Ichimura・Korenaga, 1998; Shimizu・Ichimura, 2005) などで確認されている。本試験ではスクロース処理によって彩度が増加し、明度が減少する傾向が確認されていることから、スクロース処理によってアントシアニン含量が増加し花色発現が向上したと考えられる。花色の異なる品種においてこれらの効果が認められたことや、輸送シミュレーション処理後においても認められたことから、青色を基調とするデルフィニウムにおいては、スクロース処理の効果が大きいと考えられる。

スクロース処理が処理後に開花した小花の花径を増大させたことは、ブルースター (平谷ら, 2002) やスイートピー (Ichimura・Hiraya, 1999) における報告と一致した。

以上のことから、ベラドンナ系デルフィニウムに対する STS とスクロースを組み合わせた前処理は、花持ち延長効果よりも収穫後の切り花品質の向上に対して効果が大きく、出荷後に開花する小花の花色発現の不良などの問題を改善する技術である。本試験ではベラドンナ系の代表的な 2 品種を供試したが、STS と組み合わせたスクロース処理は 4% 以上の濃度では切り花品質に対する効果に統計的に有意な差はなく、8% までは濃度障害の発生も認められていない。今回の試験範囲内では STS と組み合わせるスクロースの濃度として 4% 程度が適当であると判断されるが、実際の処理にあたっては、対象とする品種の最適濃度を検討する必要がある。

摘 要

ベラドンナ系デルフィニウム切り花において、チオ硫酸銀錯塩 (STS) にスクロースを組み合わせた前処理が、切り花の品質と花持ちに及ぼす影響について調査した。ベラドンナ系デルフィニウム ‘ボルクレード’ および ‘空のワルツ’ の切り花を 0.2 mM STS に 0, 2, 4, 6 および 8% スクロースを組み合わせた溶液に処理した。その結果、‘空のワルツ’ の花持ちを除いて、STS にスクロースを組み合わせた処理では、STS 単独処理に比べて処理後に開花した小花の花色発現の向上、花径の増大、花持ち延長効果がみられた。STS に 4% スクロースを組み合わせた溶液で処理し、輸送シミュレーション (10°C, 48 時間) 後においてもこれらの効果は確認された。さらに、切り花重量を高く維持し、花穂上部の曲がりを顕著に抑制した。

引用文献

- Doi, M. and M. S. Reid. 1995. Sucrose improves the postharvest life of cut flowers of a hybrid *Limonium*. HortScience 30: 1058–1060.
- Farnham, D. S., A. M. Kofranek and J. Kubota. 1978. Bud opening of *Gypsophila paniculata* L. cv. Perfecta with Physan-20. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 382–384.
- 後藤理恵・廣瀬由紀夫・市村一雄. 1998. デルフィニウム切り花の老化におけるエチレンの役割. 園学雑. 67 (別 2): 452.
- Hashimoto, F., M. Tanaka, H. Maeda, K. Shimizu and Y. Sakata. 2000. Characterization of cyanic flower color of *Delphinium* cultivars. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 69: 428–434.
- 平谷敏彦・清水弘子・市村一雄. 2002. ブルースター (*Oxypetalum caeruleum*) 切り花の品質保持に及ぼす STS, 1-MCP およびスクロース処理の影響. 園学研. 1: 67–70.
- Ichimura, K. 1998. Improvement of postharvest life in several cut flowers by the addition of sucrose. JARQ. 32: 275–280.
- Ichimura, K. and T. Hiraya. 1999. Effects of silver thiosulfate complex (STS) in combination with sucrose on the vase life of cut sweet pea flowers. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 68: 23–27.
- Ichimura, K. and T. Hisamatsu. 1999. Effects of continuous treatment with sucrose on the vase life, soluble carbohydrate concentrations, and ethylene production of cut snapdragon flowers. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 68: 61–66.
- Ichimura, K., K. Kohata and R. Goto. 2000. Soluble carbohydrates in *Delphinium* and their influence on sepal abscission in cut flowers. Physiol. Plant. 108: 307–313.
- Ichimura, K. and M. Korenaga. 1998. Improvement of vase life and petal color expression in several cultivars of cut *Eustoma* flowers using sucrose with 8-hydroxyquinoline sulfate. Bull. Natl. Res. Veg., Ornam. Plant & Tea 13: 31–39.
- Kikuchi, K., K. Kanahama and Y. Kanayama. 2003. Changes in sugar-related enzymes during wilting of cut *Delphinium* flowers. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 72: 37–42.
- 乗越 亮・山田邦夫・今西英雄・市村一雄. 2007. デルフィニウムのがく片展開にともなう表皮細胞数、浸透圧および糖質分布の変動. 園学研. 6 (別 1): 253.
- Shimizu, H. and K. Ichimura. 2005. Effects of silver thiosulfate complex (STS), sucrose and their combination on the quality and vase life of cut *Eustoma* flowers. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 74: 381–385.
- 田中 宏・伝法谷一仁・橋本 徹. 1985. 生育調節剤及び STS 処理による花き類の落花とエチレン生成の関係. 玉川大農研報. 25: 72–82.
- 宇田 明・小山佳彦・福嶋啓一郎・池田幸弘. 1994. 品質保持剤 STS の前処理が草花類の品質保持期間に及ぼす影響. 近畿中国農研. 87: 32–35.